

MEJORAMIENTO DE LA DOCUMENTACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PRESENTES
EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS
EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA (EPA E.S.P).

JUAN DAVID JIMÉNEZ MOSQUERA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA, RISARALDA

2017

MEJORAMIENTO DE LA DOCUMENTACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PRESENTES
EN EL PROCESO DE CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS
EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA (EPA E.S.P).

JUAN DAVID JIMÉNEZ MOSQUERA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PRÁCTICA DE EXTENSIÓN PARA OPTAR
POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIRECTORA

Ing. SANDRA MILENA ROZO QUINTERO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA, RISARALDA

2017

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Pereira, Risaralda.

2017

AGRADECIMIENTOS

A Marta Cecilia Mosquera Muñoz y Mario Jiménez Gómez, mis padres, por su apoyo incondicional, confianza brindada, consejos, paciencia, sabiduría y ser siempre para mí un ejemplo a seguir.

A Dios, por ser guía y fortaleza en cada paso de mi vida.

Al ingeniero Cristian Andrés Tabares López, Gestor Captación y Tratamiento de las Empresas Públicas de Armenia E.S.P, por ofrecer su conocimiento y experiencia en el transcurso de la práctica empresarial.

A la ingeniera Sandra Milena Rozo Quintero, por su acompañamiento, dirección y apoyo en el proyecto realizado.

JUAN DAVID JIMÉNEZ MOSQUERA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1.SITUACIÓN DIAGNÓSTICA	2
2.2.IDENTIFICACIÓN	3
2.3.CAUSAS	3
2.4.CONSECUENCIAS.....	4
3. OBJETIVOS.....	4
3.1.OBJETIVO GENERAL	4
3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. JUSTIFICACIÓN	6
5. METODOLOGÍA	7
5.1. EMPRESAS PÚBLICAS DE ARMENIA E.S.P	8
5.2. GESTIÓN CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO.....	9
5.2.1. Captación de Agua	9
5.2.2. Conducción.....	11
5.2.3. Planta de Tratamiento de Agua Potable	11
5.3.HOJAS DE VIDA.....	18
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
7. CONCLUSIONES, APORTES Y RECOMENDACIONES	28
7.1.CONCLUSIONES.....	28
7.2.APORTES.....	29
7.3.RECOMENDACIONES	29
8. BIBLIOGRAFÍA.....	30
9. ANEXOS	31

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Bocatoma principal Empresas Públicas de Armenia E.S.P.	10
Figura 2. Batería de desarenadores primarios.	10
Figura 3. Batería de desarenadores.	11
Figura 4. Motobombas dosificadoras de coagulantes.	12
Figura 5. Ejemplo complejo mecánico unidades Permutit 1 y 2.	13
Figura 6. Ejemplo filtros convencionales.	15
Figura 7. Batería filtros autolavado.	15
Figura 8. Sistema dosificador de cloro.	16
Figura 9. Sistema de fugas de cloro.	17
Figura 10. Motobombas zona norte y tanque elevado.	17
Figura 11. Formato sin modificar de hojas de vida.	19
Figura 12. Formato sin modificar de hojas de vida.	20
Figura 13. Formato modificado de hojas de vida.	21
Figura 14. Segunda hoja de formato modificado.	22
Figura 15. Antiguo plan de verificación, calibración y mantenimiento.	24
Figura 16. Continuación de antiguo plan de verificación, calibración y mantenimiento.	25

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de captación, tratamiento y suministro (distribución) de agua potable a la comunidad colombiana, se encuentra estipulado dentro de las políticas de gobierno nacional, determinando los parámetros bajo los cuales, ésta debe llegar al usuario; de esta forma, ratificando la calidad de la misma y denotando el servicio como un bien de salud pública (bajo la resolución 2115 de 2007, adjudicado por el ministerio de la protección social y el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial).

Las Empresas Públicas de Armenia (EPA E.S.P), son el ente encargado de captar, tratar y suministrar el agua al municipio de Armenia en general, junto con el servicio de alcantarillado y aseo general. La realización del proceso de captación y potabilización del agua, lo administra el área de Gestión Captación y Tratamiento; para cumplir con su meta principal (prestar el servicio de agua potable a la comunidad de Armenia, de manera continua y de calidad), se cuenta con una bocatoma (proceso de captación), túneles y viaductos (conducción de agua cruda hasta la planta de tratamiento), una planta de tratamiento de agua potable y 8 tanques de distribución (ubicados a lo largo de la ciudad).

En el proceso de captación y tratamiento del agua potable, los equipos y máquinas que intervienen en éste son indispensables, para corroborar y ayudar a los procesos que denotan la calidad del agua y continuidad del servicio prestado al usuario. Para la intervención, conocimiento y novedades que se tengan en los equipos y máquinas, se cuentan con unas hojas de vida que buscan llevar la trazabilidad de los mismos, junto con información técnica necesaria. Es por ello, que la práctica realizada en la empresa (área de gestión captación y tratamiento), en modalidad de extensión, fue enfocada en la necesidad que se tenía de tener un conocimiento más amplio y detallado sobre los equipos y máquinas presentes en dicho proceso (información de hojas de vida).

Este proyecto se enfocó en la explicación de la metodología implementada para cumplir con el objetivo principal del mismo, además de las actividades realizadas en la empresa durante el tiempo de la práctica.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Situación diagnóstica

Como medida para el control, administración y regulación del conocimiento sobre la situación (intervención, estado actual y/o necesidad de mantenimiento), de los equipos y máquinas pertenecientes al área de captación y tratamiento de agua potable; desde el momento de obtención de éstos, se habilita una hoja de vida donde se diligencia la información técnica pertinente de cada uno de ellos, de igual forma, allí se archivan y registran las novedades que se tengan con el mismo (calibraciones, verificaciones, mantenimientos, estado actual). Éste proceso, pertenece a la implementación del sistema de gestión de calidad, donde se busca estandarizar y normalizar todos los procesos y procedimientos que intervienen en la gestión de captación y tratamiento del agua potable.

La misión general de la empresa denota que: “EPA E.S.P, comprometida con el desarrollo regional, trabaja, bajo el concepto de sostenibilidad en servicios públicos y negocios estratégicos, para la satisfacción de las demandas ciudadanas”¹. Para buscar el cumplimiento de ésta, las actividades que se llevan a cabo en la planta de tratamiento (control de producción, lavado y desinfección de filtros, control de niveles de tanques de distribución, cantidad de materia prima existente, verificación, calibración y mantenimiento de equipos y máquinas, anomalías presentadas generales, entre otros), se registran y documentan en formatos destinados a tal control. Junto con ello, existe un formato de regulación que planea y programa las actividades de mantenimiento, calibración y verificación de los equipos y máquinas existentes en el proceso de captación y tratamiento anualmente, discriminando si son realizadas por entes externos a la empresa o por personal de la misma.

Es en ésta área, donde se evidenció una falencia en la metodología y forma en la que el sistema de gestión de calidad realiza sus procesos actualmente, requiriendo que se tuviera por medio del

¹. Empresas Públicas de Armenia E.S.P. Disponible en <http://epa.gov.co/institucional/nuestra-empresa>

proyecto implementado, mayor énfasis y organización; para con esto, llegar a tener mayor control y conocimiento sobre los equipos y las máquinas, lo que conlleva y trae como efecto la optimización y mejora de procesos y procedimientos, de actividades como: manipulación, mantenimiento, verificación y calibración de equipos y máquinas, existentes en el área en el que se realizó la práctica conducente (Gestión de Captación y Tratamiento).

2.2. Identificación

El formato de documentación del archivo, con el que se contaba en el momento de iniciar la práctica, no cubría a cabalidad la información técnica requerida para tener un mayor conocimiento sobre el equipo o máquina. La documentación y control de éstos se realizaba de forma general y no abarcaba el requerimiento concebido por el gestor de captación y tratamiento de agua potable actual, el ingeniero Cristian Andrés Tabares López.

2.3. Causas

- 2.3.1. Desconocimiento intrínseco sobre funcionamiento y operación de los equipos y máquinas pertenecientes al proceso de captación y tratamiento del agua potable.
- 2.3.2. El mantenimiento e intervenciones realizadas, no estaban contemplados ni regulados mediante el sistema de gestión de calidad, por lo que no se tenía control ni cobertura total de la información.
- 2.3.3. El formato de presentación de los equipos y máquinas, con el que contaban las hojas de vida, no cubría a cabalidad la información necesaria requerida, encontrándose la información desactualizada, para que la intervención de estos fuera más simple y accesible.

2.4. Consecuencias

2.4.1. Al momento de requerir un mantenimiento, ya sea por medio de un ente externo o por personal de la empresa, se desconocía de las características necesarias para tener una comprensión básica del funcionamiento del equipo o máquina a intervenir.

2.4.2. Dado el caso tal, que se necesitara reemplazar cierta parte de un equipo o máquina, se desconocía la referencia y nombre de la pieza a solicitar. Por lo que la cotización resultaba tediosa y dependiente de cierto personal de la empresa.

2.4.3. En el momento de ser realizada una auditoría, los hallazgos encontrados sobre las hojas de vida, contemplaban la falta de registro de intervenciones a los equipos y máquinas, la falta de seguimiento con el plan establecido para los mantenimientos, calibraciones y verificaciones de éstos, y la falta de actualización de la información.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Revisar, optimizar y regular la información y documentación relacionada con la operación de equipos y máquinas presentes en los procesos de captación y tratamiento de agua potable, de las Empresas Públicas de Armenia E.S.P.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Revisar y corregir la información registrada en las hojas de vida existentes, de equipos y máquinas de la planta de tratamiento de agua potable; realizando el desglose del mecanismo de funcionamiento de éstos (junto con el área de Bocatoma).

- 3.2.2. Crear formato para incluir y modificar la información pertinente a las hojas de vida existentes.
- 3.2.3. Modificar y actualizar la ruta de acceso de cada una de las hojas de vida mencionadas.
- 3.2.4. Supervisar la correcta manipulación de las hojas de vida con las que se cuentan.
- 3.2.5. Gestionar los procesos de mantenimientos preventivos y correctivos realizados y a realizar de las máquinas y equipos usados en el proceso de captación y tratamiento de agua potable.
- 3.2.6. Brindar apoyo en los procesos operativos que involucren máquinas y equipos requeridos para el tratamiento correcto y eficiente del agua.
- 3.2.7. Supervisar y controlar, insumos y repuestos a solicitar y entregados a la planta de tratamiento en acciones mantenedoras.
- 3.2.8. Brindar apoyo, en los procesos de licitación y cotización, de contratos sobre proyectos a implementar.
- 3.2.9. Modificar, actualizar y realizar algunos instructivos pertinentes a manipulación, modificación o estado actual del equipo o máquina a intervenir.

4. JUSTIFICACIÓN

El área de gestión y captación de agua potable de la empresa, tiene a cargo el desarrollo de las actividades requeridas y pertinentes, correspondientes al ámbito de potabilización y producción de agua para toda la comunidad de la ciudad de Armenia. El agua suministrada al acueducto municipal, es necesario que cumpla con un alto criterio de calidad, siendo indispensable para el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios; por consiguiente, los proyectos que intervienen en ésta área son de sumo cuidado para la empresa, corroborando así, la prestación del servicio de manera continua; optimizando cada uno de sus procesos para lograr un mejoramiento de forma exponencial.

Cabe resaltar que la planta de tratamiento de agua potable, cuenta con maquinaria industrial como motobombas, compresores, motores, dosificadores, entre otros; equipos de medición de parámetros del agua tales como pH-metros, colorímetros, turbidímetros, etc. y con materia prima de alto riesgo contaminante y perjudicial para la salud como la cal, el cloro líquido, gaseoso y granulado, y químicos en general, que requieren manipulación para realizar a cabalidad el proceso de tratamiento y captación del agua. El sistema de gestión de calidad interviene de manera directa en el área, estableciendo control, estandarización y normalización de la intervención de equipos, máquinas y materia prima perjudicial para el ser humano y en general.

Desde la planta de tratamiento de agua potable, se cuenta con un archivo general, donde se encuentran ubicadas las hojas de vida de cada uno de los equipos y máquinas pertenecientes al proceso de captación y tratamiento. La trazabilidad de éstos, desde el momento de la obtención, se ve denotada por el registro, cuando se interviene de cualquier forma, por parte de funcionarios de la empresa o entes externos a ella. Muchas de las hojas de vida, en la época del comienzo de las prácticas, se encontraron desactualizadas, registrando información innecesaria e incompletas al requerimiento y solicitud del gestor de captación y tratamiento (jefe inmediato, el ingeniero Cristian Andrés Tabares López).

Detalladamente se analizaron las hojas de vida, dando como resultado la base del proyecto actual, con la finalidad y objetivo final de la modificación de las mismas, de ésta forma, buscando la

optimización, mejora y control sobre los equipos y máquinas del proceso. Asimismo, brindando apoyo a la gestión general del área, contribuyendo al proceso de captación y tratamiento de agua potable, donde la optimización de cada uno de los procesos en los que intervienen equipos y máquinas, traen como beneficio principal, la producción de agua con mayor calidad, en menor tiempo, con menor índice de riesgo de la calidad de la misma y con un alto concepto de confiabilidad hacia el servicio por parte del usuario.

La intervención inmediata sobre las hojas de vida, empieza con un nuevo formato, donde era necesario abarcar la mayor información posible de cada equipo o máquina, una distinta ruta de acceso a la información, referencias de las piezas de su funcionamiento interno y un posible contacto de proveedor y/o representante de la marca en el país; y de esta forma optimizando y mejorando actividades como: manipulación, mantenimiento, calibración y verificación de los equipos, dando como resultado un mayor control y conocimiento del proceso general.

5. METODOLOGÍA

Al iniciar la práctica en la empresa, se desconocía en su totalidad, el proceso hidráulico, mecánico, químico y físico aplicado al agua cruda para potabilizarla y suplir la necesidad hídrica del municipio de Armenia. Por ende, la primera y más relevante acción a realizar, consistió en reconocer y estudiar el proceso requerido y pertinente, realizado en la planta de tratamiento de la empresa, para brindarle a los usuarios suministro de agua potable, cumpliendo ésta con los parámetros instaurados por el gobierno nacional Colombiano.

Cabe resaltar el gran apoyo, acompañamiento y conocimiento compartido, con el que se contó durante toda la realización de las prácticas empresariales conducentes, por parte del ingeniero Cristian Andrés Tabares López (jefe inmediato), de todos los operarios y de los contratistas con los que cuenta la gestión de captación y tratamiento de agua potable; ya que su experiencia y socialización del conocimiento obtenido, fueron indispensables para la realización de las práctica empresarial y proyecto general de ésta.

5.1. Empresas Públicas de Armenia E.S.P

La reseña histórica de la empresa, denota que: “En 1962 mediante acuerdo 043 del Consejo Municipal se constituye en establecimiento público autónomo encargado de la administración y dirección de los Servicios Públicos Municipales de Acueducto, Alcantarillado, Eléctrica, Telefonía y Aseo, Mercado, Matadero, Alumbrado Público, Aeropuerto y Plaza de Ferias; siendo denominada Empresas Públicas de Armenia EPA. En 1963 el gobernador de Caldas lo aprobó y le dio vida jurídica.

En el proceso de optimización de la prestación de los servicios de Empresas Públicas, ésta realizó convenios mediante los cuales se crearon otras empresas que entraron a prestar varios de los servicios a su cargo, como, por ejemplo, el servicio de energía y alumbrado público, con la Empresa de Energía del Quindío EDEQ; el aeropuerto “El Edén” con la Aeronáutica Civil, plazas de ferias con el municipio de Armenia, la telefonía con la Empresa de Teléfonos de Armenia Telearmenia.

En el año 1996, mediante acuerdo 011 del Consejo Municipal de Armenia, para efectos de enmarcar la empresa en la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios y especialmente en lo relativo al régimen de transición previsto para la transformación empresarial, se convierte en Empresa Industrial y Comercial del Estado del orden municipal, cuya razón social es la de Empresas Públicas de Armenia E.S.P. Para esta fecha la empresa había sufrido muchos cambios y prestaba solamente cinco servicios; Acueducto, Alcantarillado, Aseo, Plazas de Mercado (Galería Central, Gabriel Mejía y Feria de los Plátanos) y Central de beneficio de carnes.

En el año 1996, mediante acuerdo 011 del Consejo Municipal de Armenia, para efectos de enmarcar la Empresa en la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios y especialmente en lo relativo al régimen de transición previsto para la transformación empresarial se convierte en Empresa Industrial y Comercial del estado del orden municipal, cuya razón social es la de Empresas Públicas de Armenia E.S.P. Para esta fecha, la empresa había sufrido cambios y prestaba solamente cinco servicios; acueducto, alcantarillado, aseo, plazas de mercado (galería central, Gabriel Mejía y feria de los plátanos) y central de beneficio de carnes. [...]

El propósito actual de Empresas Públicas de Armenia E.S.P, es desarrollar y consolidar unos servicios públicos domiciliarios locales eficientes, con altos estándares de calidad, criterios de servicio al ciudadano y articulados con la gestión departamental de los servicios públicos y con los procesos de desarrollo local, regional y nacional, mediante el fortalecimiento de Empresas Públicas de Armenia E.S.P, la continuidad de la prestación de los servicios públicos domiciliarios con calidad y eficiencia, la gestión de recursos para proyectos de infraestructura para la competitividad, la descontaminación y manejo de las cuencas y micro cuencas de interés para el municipio, estructuración y realización de campañas de pedagogía cívica y la efectiva redistribución social de los ingresos, de manera que se garantice a las personas de menos recursos la posibilidad de contar con servicios para la vida.”²

5.2. Gestión Captación y Tratamiento

5.2.1. Captación de Agua

La principal fuente de abastecimiento de agua, para las Empresas Públicas de Armenia, es el río Quindío, el cual entrega hasta el momento, la totalidad del requerimiento hídrico de todo el municipio. El agua es captada por medio de una bocatoma, ubicada geográficamente en el municipio de Salento, en la vereda Boquía; diseñada estructuralmente para tener una capacidad de captación de 3.600 litros por segundo.

Aparte de la bocatoma principal, Empresas Públicas de Armenia dispone de una bocatoma alterna (estación de bombeo) para suplir necesidades hídricas en caso tal de necesitarse, ésta captación está diseñada para suministrar a la planta de tratamiento, 1.200 litros por segundo. No está de más decir, que cada una de las captaciones realizadas por parte de la empresa, se encuentran denotadas y discriminadas en una concesión realizada con la CRQ (Corporación Autónoma Regional del Quindío), corporación a la cual, se le deben pasar reportes del agua utilizada de los

². Empresas Públicas de Armenia E.S.P. Disponible en <http://epa.gov.co/institucional/historia>

ríos. La bocatoma alterna, aún no pertenece al proceso de captación y tratamiento, aunque el proceso de partición de ésta se encuentra activo.

Figura 1. Bocatoma principal de Empresas Públicas de Armenia E.S.P.



Fuente: Internet (<http://www.veapuesquindio.com/noticia/el-quindio-se-esta-secando>).

Luego del área de captación, por medio de aproximadamente 290 metros de tubería de 33 pulgadas, se direcciona el agua (aducción), hasta 6 desarenadores primarios independientes, donde se eliminan de la misma, partículas de gran tamaño presentes en el agua como arena, ramas, entre otros; el funcionamiento de los desarenadores es por medio de decantación de las partículas externas ya mencionadas y presentes en el agua.

Figura 2. Batería de desarenadores primarios.



Fuente: El autor.

5.3. Conducción

Una vez el agua sale de los desarenadores primarios, ésta es dirigida hacia la planta de tratamiento de agua potable (aproximadamente 10 kilómetros de recorrido), por medio de un camino constituido por tubería, 21 túneles y viaductos. La conducción desde la captación hasta la planta de tratamiento de agua potable, es realizada gravitacionalmente.

5.4. Planta de Tratamiento de Agua Potable

Se encuentra localizada al norte de la ciudad de Armenia (Avenida Bolívar #44N), (Ver anexo 1); su construcción inicial fue realizada en el año 1952, donde potabilizaba 250 litros por segundo. Con el pasar de los años, el crecimiento poblacional incrementó el requerimiento hídrico de la ciudad, necesitándose así intervenciones civiles para suplir la necesidad del momento.

Actualmente, la planta está diseñada para realizar el tratamiento de 1250 litros por segundo, pero la necesidad hídrica de la ciudad, permite suplirse y mantenerse estable con producciones entre 850 y 1.100 litros por segundo. El proceso desde el ingreso a la planta de tratamiento, desarrolla un completo sistema físico y químico, que permite eliminar del agua niveles de turbiedad y color, y agentes patógenos perjudiciales para la salud humana. Para ello, la planta de tratamiento, cuenta con:

- Dos unidades desarenadoras:

Figura 3. Batería de desarenadores.

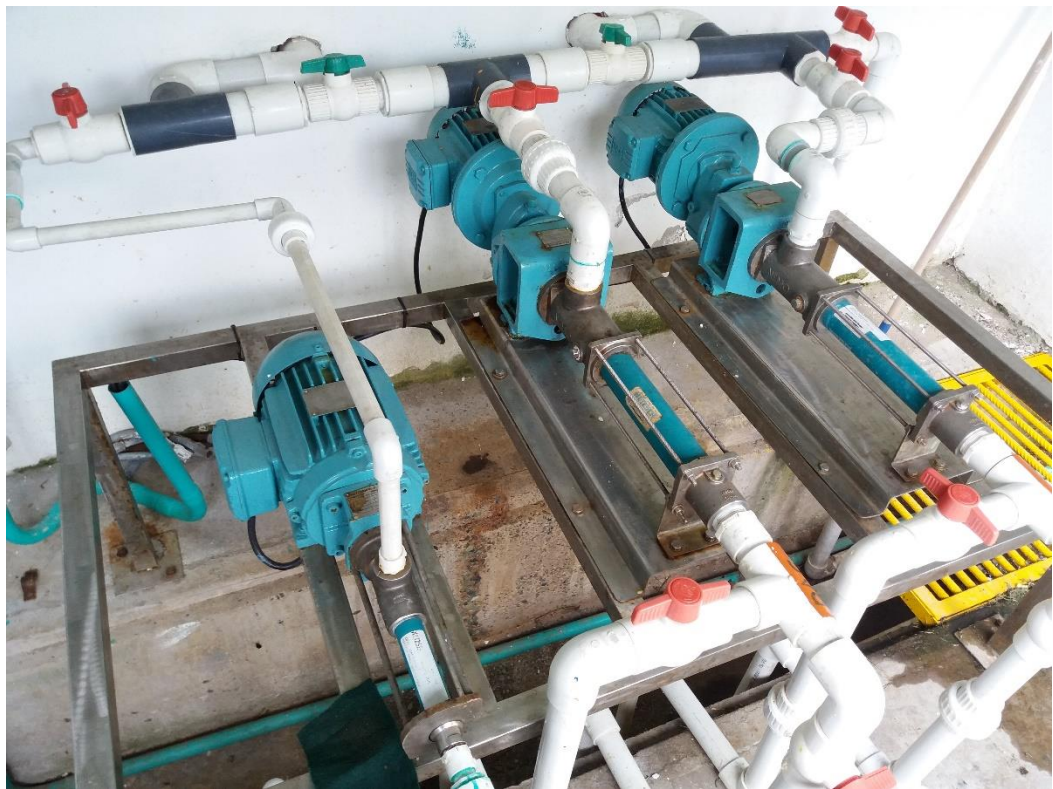


Fuente: Gonzáles, J. (2011). Trabajo de Pregrado (Ing. Civil).

Estas unidades, ubicadas al inicio del proceso de tratamiento del agua, igual que lo desarenadores primarios, funcionan por medio de la decantación y tienen un volumen de 330 metros cúbicos cada una (Ver anexo 2).

- Recorrido entre desarenadores y unidades: luego de las unidades desarenadoras, el agua pasa por un canal que la conduce hacia las distintas unidades de floculación-sedimentación, primero pasando por una cámara de aquietamiento que reduce su velocidad, luego por una canaleta Parshall que permite medir el caudal de entrada a las unidades y generar turbulencia (ayudando así en el proceso de coagulación realizado por el producto químico aplicado). En este mismo recorrido, se realiza la dosificación de cal (de ser necesario; ver anexo 8). Justo después de la canaleta Parshall, se encuentra una tubería por la cual se realiza la dosificación de coagulantes (producto químico), para ello, se cuenta con 2 motobombas Netzsch de 1 HP, una de contingencia de 0,75 HP y 3 variadores de velocidad de 0,75 kW.

Figura 4. Motobombas dosificadoras de coagulantes.



Fuente: El autor.

- 5 Unidades floculadoras-sedimentadoras: existen situaciones en las que las propiedades del agua captada requieren productos químicos para lograr ser potabilizada con alto índice de calidad. Las unidades floculadoras-sedimentadoras, cumplen en estos casos, el papel inicial y más importante del proceso de potabilización, ya que es en éstas donde las partículas que el producto químico une (floc), son eliminadas del agua, siendo sedimentadas hacia tuberías de drenaje (eliminando turbiedad y color del agua).

Existen dos distintos tipos de funcionamiento entre las 5 unidades comprendidas en el proceso de clarificación del agua. 3 de estas unidades (hidráulica, nueva y mixta), necesitan un complejo de cámaras floculadoras de flujo vertical, para que se dé la generación del floc y así pasar a la unidad sedimentadora. En las unidades faltantes (Permutit 1 y 2), la floculación es generada por medio mecánico (agitación brindada por el giro de aspas de madera sumergidas), por ende, el espacio construido en metros cuadrados de éstas es menor, pero se necesita 1 motor (de 12 HP), 2 reductores de velocidad (Winsmith 41H) y 1 variador de velocidad (de 12,5 kVA) para lograr la clarificación en cada una de ellas.

Figura 5. Ejemplo complejo mecánico unidades Permutit 1 y 2.



Fuente: El autor.

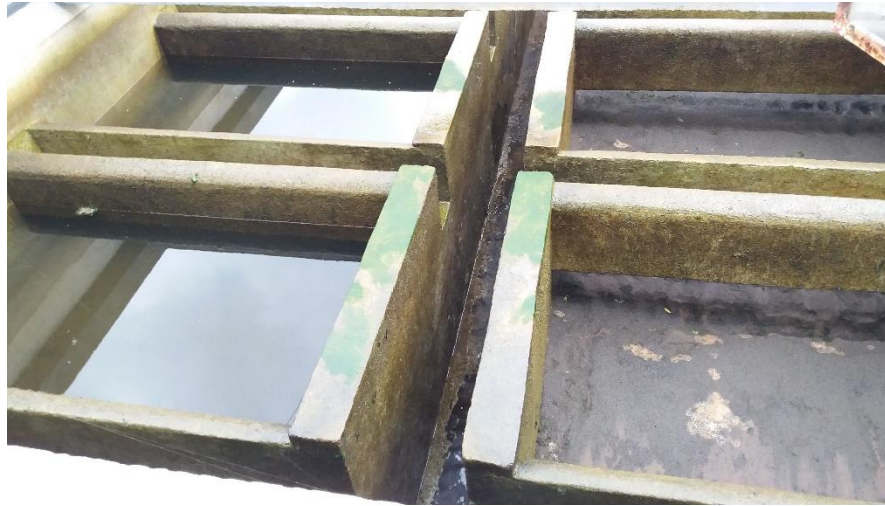
La sedimentación de éstas unidades trabaja bajo un mismo principio, denominado inducido de alta tasa. 4 de éstas (Permutit 1 y 2, Nueva y Mixta) tienen en la superficie próxima a la salida del agua de la unidad módulos plásticos en forma de “colmena” inclinados con respecto al plano piezométrico, la unidad Hidráulica que es de estructura tipo Alabama, cuenta con placas paralelas de asbesto-cemento de igual forma inclinadas con respecto al plano piezométrico. (Ver anexo 3, 4 y 5).

Durante la práctica realizada en la planta de tratamiento, se realizó la validación de los caudales de ingreso a cada una de las unidades floculadoras-sedimentadoras, así dándole apoyo técnico a los operarios de turno, para conocer el caudal con el que está actuando cada unidad y optimizar el proceso (evitar drenajes por mal funcionamiento de la unidad).

- Filtración: luego de reunir el agua clarificada (después de pasar por cada una de las unidades floculadoras-sedimentadoras), se disponen de dos distintos tipos de funcionamiento de filtrado.

El primer tipo de filtros son llamados convencionales, cuenta con una batería de 4 módulos, poseen lechos filtrantes de una combinación entre arena y antracita; todas las válvulas y máquinas que intervienen con este tipo de filtros se encuentran automatizadas, teniendo cada uno de ellos 5 actuadores tipo on/off (acceso, rechazo, tanque elevado, aire y falso fondo) y 1 actuador tipo proporcional (filtrada), (ver anexo 6). Para el lavado de este tipo de filtros, por medio de dos compresores (de 50 HP), se inyecta aire para eliminar en su totalidad partículas externas (floc) del lecho filtrante, luego de esto se debe usar agua ya potabilizada para terminarlo de lavar, ésta se almacena en el tanque elevado, que de igual forma, se utiliza para procesos internos de la planta de tratamiento (Ver anexo 7).

Figura 6. Ejemplo filtros convencionales.



Fuente: El autor.

El segundo tipo de filtros son llamados autolavados, se cuenta con una batería de 10 filtros de este tipo; a diferencia del tipo de filtros convencionales, no se encuentran sus válvulas automatizadas, pero el agua que se usa para lavarlos, es la misma que ingresa a ellos en operación normal. Su lecho filtrante al igual que el otro tipo de filtros, está constituido de antracita y arena.

Figura 7. Batería filtros autolavado.



Fuente: El autor.

- Cloración: después de clarificada y filtrada, el agua pasa al proceso de desinfección por medio de aplicación de cloro, para ello se tienen 2 equipos con capacidad de 1000 libras, los cuales generan vacío por medio de agua del tanque elevado y extraen de contenedores de una tonelada, el cloro gaseoso, convirtiéndose así en hipoclorito y combinándose con el agua filtrada para el procedimiento de eliminación de agentes patógenos en el tanque de contacto, antes de regresar al sótano de aguas filtradas.

Figura 8. Sistema dosificador de cloro.



Fuente: El autor.

Para la seguridad de los funcionarios de la planta de tratamiento de agua potable, comunidades aledañas e imagen empresarial, se cuenta con un sistema de contención de fugas de cloro (ya sea gaseosa o líquida), que permite contener en su totalidad la fuga. De igual forma, existe personal capacitado, dado el caso de una situación de fuga y equipos y herramientas necesarias para contenerla.

Figura 9. Sistema de fugas de cloro.



Fuente: El autor.

Una vez potabilizada el agua, empieza el recorrido de distribución hacia los distintos tanques de entrega inmediata distribuidos en el municipio. Para el llenado del tanque elevado y distribución de agua potable, a zonas con mayor altitud geográficamente referenciadas con la planta de tratamiento, se cuenta con un complejo de 4 bombas en serie, con motores de 25 HP y 3 bombas en serie con motores de 15 HP, respectivamente.

Figura 10. Motobombas tanque elevado y zona norte.



Fuente: El autor.

- Sala de operación: durante el transcurso del día, existen 3 turnos, que contempla 2 operarios en cada uno de ellos (aparte de personal de mantenimiento general y administrativo), los cuales se encargan de cada hora registrar propiedades del agua, tanto brindada por el personal de bocatoma, como tanques de entrega inmediata y analizada por ellos mismos (en los distintos procesos de la planta).


5.5. Hojas de Vida

Para tener control, conocimiento y trazabilidad en cada uno de los equipos y máquinas presentes en el proceso antes mencionado, en la planta de tratamiento, en forma física y digital, se encuentran carpetas donde se encuentra la información técnica y operacional de cada uno de éstos. El formato anterior a la implementación del proyecto, contemplaba la mayoría de los espacios de información a registrar para tener una presentación completa y detallada del equipo y/o máquina, pero en el estudio previo de evaluación de ésta, se descubrió la falta de la información y simplicidad de la existente; esto, por falta de personal con conocimiento apropiado para la realización o falta de control y uso del registro.

Como actividad inicial, se realizó la evaluación y análisis de la información contemplada en las hojas de vida existentes, revisando una por una, comparando la información con la brindada por el fabricante en las placas técnicas de equipos y máquinas. Allí se descubrió lo inconcluso que se encontraban; de esta forma, dando pie al proyecto propuesto por el jefe inmediato, e implementado por el autor, de modificar las hojas de vida, por medio de un formato que contemplara la información técnica necesaria y completa, junto con las partes que componen el funcionamiento de cada equipo y máquina del área de gestión de captación y tratamiento


El paso siguiente a éste, fue la búsqueda de manuales, fichas técnicas e información complementaria a las hojas de vida, para poder abarcar a cabalidad las actividades de mantenimiento, tanto preventivas como correctivas. Ya que, en el momento de solicitar cotizaciones de partes de un equipo o máquina, se debía recurrir a contratistas externos para que brindaran la información del mismo.

Figura 11. Formato sin modificar de hojas de vida.

		Hoja de Vida Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma										Documento Controlado	
												Código: GCT-R-029	
												Versión: 01	
												Fecha de Emisión: 2014-12-19	
Página: 1 / 2													
1. Descripción													
Nombre:													
2. Fechas de Actualización de Datos													
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD		
No. Identificación (código interno):		No. Inventario		Marca		Modelo		Serie					
Ubicación		Bocatoma		Planta de Tratamiento									
3. Observaciones													
4. Características													
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	USO		Rango de Uso	Condiciones de Operación							
			Parámetro			Rango Temperatura (°C)	Rango Voltaje						

Fuente: Hojas de Vida Maquinaria. Empresas Públicas de Armenia.

Figura 12. Formato sin modificar de hojas de vida.


		Hoja de Vida Equipo Planta de Tratamiento y Bocatoma												Documento Controlado	
														Código: GCT-R-028	
														Versión: 01	
														Fecha de Emisión: 2014-12-19	
														Página: 1 / 2	

1. Descripción																	
Nombre:		Foto:															
2. Fechas de Actualización de Datos																	
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD
No. Identificación (código interno):		No. Inventario		Marca		Modelo		Serie									
Ubicación		Bocatoma		Planta de Tratamiento													
3. Observaciones																	
4. Características																	
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	Parámetro	Uso	Rango de Uso	Condiciones de Operación											
						Rango Temperatura (°C)											
						Rango Voltaje											
						% Desviación											
						A											
						IIA											
Calibración																	
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia de calibración				Nombre		Pruebas de Calibración									
								Criterios de aceptación									
Verificación																	
Patrón de Verificación (Valor nominal)		Criterios de Aceptación (Datos suministrados por la Norma de ensayo, por la Norma de Calibración, por fabricante)				Código de procedimiento y/o instructivo de Verificación interna				Ubicación de datos de Verificación							

Fuente: Hojas de Vida Equipos. Empresas Públicas de Armenia.

Ya con la información recolectada, se procedió al diseño de un nuevo formato de presentación, donde se pudiera registrar la información técnica, operativa, y junto con ello, partes y/o piezas que hacen parte del funcionamiento, con su respectiva referencia dada por el fabricante (las que se consigan en el mercado).

Figura 13. Formato modificado de hojas de vida.

		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Página: 1 / 2	
Nombre:				Ruta información:	
FOTO					
Marca:				Potencia Nominal:	
Modelo:				Consumo Potencia:	
Serie:				Voltaje:	
No. Inventario:				Corriente Nominal:	
Ubicación:				Frecuencia:	
Calibración certificada:				Capacidad:	
Composición del equipo					
Subsistema	Partes			Referencia	
Sistema de Potencia					
Sistema de Control					
Accesorios Generales					
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia		Prueba	Criterio
Unidad de Medida		Resolución		Parámetro	Rango Uso
Contacto Proveedores y Consulta:					

Fuente: El autor.

Figura 14. Segunda hoja de formato modificado.

[illegible]

Fuente: El autor.

La segunda hoja, donde se registran las intervenciones realizadas a los equipos y máquinas, sólo fue modificada en el título, para que contemplara ambos en un mismo formato.


Teniendo la información correspondiente al formato nuevo de las hojas de vida, se procede a realizar las nuevas presentaciones de éstas, teniendo en cuenta el cambio de ruta de acceso, los datos de calibración (si los tienen), los equipos y máquinas que ya no pertenecían al proceso (fueron eliminadas sus carpetas y se abrieron nuevas con equipos y máquinas que no tenían); de esta manera, diligenciando y completando la información requerida. Aparte de esto, se buscó un nuevo proveedor de cada uno de los equipos y máquinas (ya sea para compra o mantenimiento requerido), dejando así una alternativa opcional por si requieren algún tipo de intervención externa.

Existe un cronograma de calibración, verificación y mantenimiento que fue modificado con respecto a la nueva ruta de acceso y a los equipos y máquinas nuevas en el proceso.

El control sobre las hojas de vida de equipos y máquinas del proceso de captación y tratamiento, debe ser constante, por ende, durante la duración de las prácticas se supervisó la constante manipulación de las mismas, buscando que haya sido la correcta. De esta forma, se optimizan los procesos donde los equipos y máquinas intervienen, pues se tiene claro conocimiento sobre el estado actual e intervenciones a realizar (mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y/o calibración).

Aparte del proyecto principal, durante la práctica, se realizaron actividades como: mantenimiento preventivo a los turbidímetros de los filtros convencionales, parametrización y caracterización de variadores de velocidad usados para controlar las los motores de las bombas dosificadoras de coagulantes (aforos de descarga), acompañamiento a contratistas externos en el mantenimiento correctivo y preventivo de actuadores electrónicos (filtros convencionales), acompañamiento guía y explicación del proceso de captación y tratamiento a visitantes externos, seguimiento del correcto funcionamiento de la planta eléctrica, solicitudes de cotizaciones para cambio de “colmenas” en las unidades sedimentadoras, realización de estudios previos y comparación entre contratos para cambio de sensores medidores de caudal.

Figura 15. Antiguo plan de verificación, calibración y mantenimiento.

<div>  </div>		Plan de Verificación, Mantenimiento y Calibración de Equipo, Maquinaria y Unidades												Documento Controlado		
		Proceso: Gestión Captación y Tratamiento												Código: GCT-PP-001		
														Versión: 02		
														Fecha de Emisión: 15-02-27		
		Fecha de Actualización												AA	MM	DD
														15	2	27
HV	Nombre Equipo-Maquinaria-Unidad	Equipos														
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
		M	C	V	M	C	V	M	C	V	M	C	V	M	C	V
810.16.01	Agitador Magnético		D	D		D	D	D		D			D	D		D
810.16.09	Colorímetro		D	D		D		D					D	D		D
810.16.22	Cronómetro			BM			BM									BM
810.16.02	Balanza de Precisión		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.05	Bureta Digital I- Alcalinidad		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.06	Bureta Digital II- Dureza		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.07	Bureta Digital III- Cloruros		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.08	Bureta Digital IV- Cloro Residual		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.19	Dispensador 1 - Buffer Residual		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.20	Dispensador 2 - DPD Residual		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.21	Dispensador 3 - Buffer Aluminio		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.10	Dosificador de cal		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.10	Espectrofotómetro		D	D		D	D	D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.04	Flujómetro (flo-station-tores3)															
810.16.11	Macromedidor															
810.16.23	pH metro -Hach		D	D		D		ME		ME			EXT		ME	
810.16.13	pH metro -Metrón (Contingencia)		BM			BM		D		D	EXT		D			
	Sensor IQ NET WTW															
	Sensor Multiranger 2000															
	Sensor Converter 713															
	Sensor Ultrasonic Flow FLOW 1															
	Sensor Ultrasonic flow 2															
	Sensor Ultrasonic flow 3															
	Sensor Ultrasonic flow 4															
	Sensor Ultrasonic flow 4															
810.16.12	Molinete Universal															
810.16.03	Molinete HACH			BM		BM										BM
810.16.14	Pluviómetro															
810.16.15	Prueba de Jarras (jar test)															
810.16.16	Prueba de Jarras (contingencia)															
810.16.17	Turbidímetro 2100N		D	BM		D		D		D	EXT	EXT	D	D		D
810.16.18	Turbidímetro 2100Q		D	D		D		D		D	EXT	EXT	D	D		D
	Cilindro de Aire Comprimido 1		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Cilindro de Aire Comprimido 2		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Carena de Autocontenido 1		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Carena de Autocontenido 2		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Carena de Autocontenido 3		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
810.16.25	Traje Autocontenido 1		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Traje Autocontenido 2		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Amás Autocontenido 1		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Amás Autocontenido 2		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
	Amás Autocontenido 3		ME	ME		ME		ME		ME			ME	ME		ME
810.16.26	Varador de velocidad permitit 1			BM		BM										BM
810.16.02	Varador de velocidad permitit 2			BM		BM										BM

Fuente: Empresas Públicas de Armenia.

Figura 16. Continuación de antiguo plan de verificación, calibración y mantenimiento.

Maquinaria		Bitácora de Actividad código: GR-R-005																			
810.17.15	Computador Dell 1																				
810.17.16	Computador Dell 2																				
810.17.17	Computador Lenovo Dell 3																				
810.17.18	Computador Sala Operación 4																				
810.17.22	Guadalupe Bocatoma Mitsubishi..																				
810.17.23	Guadalupe Bocatoma																				
810.17.17	Hidrolavadora 1 karcher																				
810.17.20	Hidrolavadora 2 HD650																				
810.17.04	Kit Herramienta Fugas de cloro tipo b																				
810.17.06	** Motobomba 1 -Tanque elevado																				
810.17.06	** Motobomba 2 -Tanque elevado																				
810.17.06	** Motobomba 3 -Tanque elevado																				
810.17.06	** Motobomba 4 -Tanque elevado																				
810.17.09	** Motobomba Lavado de Unidades																				
810.17.10	Motobomba Punto de muestreo Agua Tratada																				
810.17.11	Motobomba Punto de muestreo Agua Cruda																				
810.17.12	Motobomba Punto de muestreo Agua Tratada (contingencia)																				
810.17.13	Motobomba Bocatoma																				
810.17.21	Nevera																				
810.17.01	Planta Eléctrica																				
810.17.24	Radio de Comunicaciones (tres)																				
810.17.04	Sistema de Cloración (** Sensor de Fugas de cloro, Dosificador de Cloro I y II, Polipasto, Indicador Bascula Scaletron, Motobomba 1)																				
810.17.05	Sistema Fuga de Cloro (Torre lavadora de fugas de cloro)																				
810.17.07	Sistema Dosificador de Coagulantes (Motobombas 1,2,3 y Variadores 1,2 y 3)																				
810.17.02	** Soplador 1																				
810.17.03	** Soplador 2																				
810.17.08	Ups Sala de Operación																				
		Unidades																			
810.26-01	Cámara de Aquilamiento																				
	Canaleta Parshall																				
	Canaleta Paso Directo 1																				
	Canaleta Paso Directo 2																				
	Canal de Salida Filtrós de Autolavado																				
	Capilación Bocatoma																				
	Desarenador 1 Bocatoma																				
	Desarenador 2 Bocatoma																				
	Desarenador 3 Bocatoma																				
	Desarenador 4 Bocatoma																				
810.26-02	Desarenador 5 Bocatoma																				
	Desarenador 6 Bocatoma																				
	Rejilla de entrada en Bocatoma																				
	Pozo Séptico																				
810.26-02	Sistema Dosificador de Coagulantes (Tanques I,II,III,IV,V,V)																				

Fuente: Empresas Públicas de Armenia.

Durante la realización de las prácticas, se realizó apoyo a la gestión, en actividades como: planeación y socialización de simulacro para sismo (junto con un representante de la ARL de la empresa); realización de folleto informativo entregado a la comunidad aledaña a la planta de tratamiento (para saber cómo actuar en caso de presentarse una fuga de cloro); acompañamiento y ayuda a la planeación y realización de contrato sobre avisos informativos de áreas y procesos dentro de la planta de tratamiento y bocatoma; realización y ejecución de nueva disposición de inventario y stock de la cal hidratada, entre otras.

En el anexo 9, se podrán encontrar algunas de las comparaciones de formatos de hojas de vida (encontrada en el momento de iniciar la práctica, y cambio realizado en el transcurso de la práctica), demostrando el proyecto realizado e implementado.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El proyecto del mejoramiento de la documentación pertinente a la información relacionada con los equipos y máquinas existentes en el proceso de captación y tratamiento de agua, en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de las Empresas Públicas de Armenia, solucionó un requerimiento que se tenía en dicha área; ya que, en el momento de iniciar la práctica empresarial, el orden, control y calidad de la información no era la adecuada para un proceso optimizado y bajo un sistema de gestión de calidad.

Una vez implementado el proyecto, se tiene mayor observación sobre los equipos y máquinas, ya que se puede conocer de cada uno de ellos la información técnica, componentes de funcionamiento, y características que facilitan la intervención de los mismos. Bajo el sistema de gestión de calidad implementado para el área, se debía discriminar la cantidad de equipos y máquinas similares para conocer a cabalidad la totalidad de éstos (en forma de control de inventario); durante la reestructuración y modificación del orden de las hojas de vida, se incluyó en su ruta (guía de acceso a la información) el consecutivo discriminatorio de los equipos y/o máquinas que superaban de uno la cantidad presente.

Al ser eliminadas las hojas de vida de equipos y máquinas, que ya no se encontraban en el proceso de captación y tratamiento, se optimiza el proceso de control de calidad, eliminando información innecesaria. Y al ser añadidas hojas de vida de equipos y máquinas antes no contempladas, se sigue con el procedimiento de mejorar cada vez más la información. Siguiendo el plan de mantenimiento, registrando las intervenciones realizadas y administrando la manipulación de las hojas de vida, se reduce la probabilidad de que un equipo o máquina falle, aumentando así la calidad del tratamiento realizado y mejorando los procesos donde éstos influyen.

7. CONCLUSIONES, APORTES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.

- Se revisó, optimizó y reguló la información y documentación relacionada con la operación de equipos y máquinas presentes en los procesos de captación y tratamiento de agua potable, de las Empresas Públicas de Armenia E.S.P.
- Se revisó y corrigió la información registrada en las hojas de vida existentes, de equipos y máquinas de la planta de tratamiento de agua potable; realizando el desglose del mecanismo de funcionamiento de éstos (junto con el área de Bocatoma).
- Se creó un formato para incluir y modificar la información pertinente a las hojas de vida existentes.
- Se modificó y actualizó la ruta de acceso de cada una de las hojas de vida mencionadas.
- Se supervisó la correcta manipulación de las hojas de vida con las que se cuentan.
- Se gestionaron los procesos de mantenimientos preventivos y correctivos realizados y a realizar de las máquinas y equipos usados en el proceso de captación y tratamiento de agua potable.
- Se brindó apoyo en los procesos operativos que involucren máquinas y equipos requeridos para el tratamiento correcto y eficiente del agua.
- Se supervisó y controló, insumos y repuestos a solicitar y entregados a la planta de tratamiento en acciones mantenedoras.

- Se brindó apoyo, en los procesos de licitación y cotización, de contratos sobre proyectos a implementar.
- Se modificaron, actualizaron y realizaron algunos instructivos pertinentes a manipulación, modificación o estado actual del equipo o máquina a intervenir.

7.2. Aportes

- Mediante la implementación del proyecto, en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de las Empresas Públicas de Armenia, se logró obtener unas hojas de vida, donde se contempla la información requerida para optimizar y controlar los procesos donde los equipos y máquinas intervienen, del área de Gestión Captación y Tratamiento.
- Una vez implementado el proyecto, se aumentó la facilidad de conocer la información técnica de cualquier equipo y/o máquina, solicitud de cotización para intervención y el control que se tiene sobre la información registrada.

7.3. Recomendaciones

- Poner a cargo, una persona encargada de realizar seguimiento del plan de verificación, mantenimiento y calibración de los equipos y máquinas, para así mantener al tanto de las actividades realizadas y a realizar.
- Revisar constantemente la información registrada en las hojas de vida, para tener claridad del estado actual de los equipos y máquinas, e inmediatamente después de una intervención, registrar la misma.
- Cada que se realice adquisición o sea dado “de baja” un equipo y/o máquina, realizar la apertura o eliminación de la hoja de vida, permitiendo así la actualización constante de la información.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Bedoya Velasquez, R. D. (2010). Estudio geológico sobre las fuentes de contaminación con sedimentos de la cuenca alta del río Quindío, la cual surte de agua el acueducto del municipio de Armenia-Quindío. (Universidad de Caldas). Manizales.
- [2]. Empresas Públicas de Armenia. Subgerencia de aguas, división de cuenca, captación, conducción y planta de tratamiento. (2004). Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Ley 373 de 1997. EPA E.S.P 2004.
- [3]. Gonzáles Cifuentes, J. H. (2011). Diagnóstico estadístico del parámetro de la turbidez en la década 2001-2010, para determinar la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento de EPA E.S.P. (Universidad del Quindío). Armenia.
- [4]. UDEA. (2007). Resolución 2115 de 2007 – Diario Oficial No. 46679 de 4 de Julio de 2007. [online] Disponible en: <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/c46bea38-2c19-4942-8b74-6475d1a36625/Resoluci%C3%B3n+2115+de+2007.pdf?MOD=AJPERES> [Ingreso 21 de Noviembre de 2016].
- [5]. Fonseca Herrera, N. E. (2004). Diagnóstico de las condiciones operacionales y planteamiento de alternativas de solución para un caudal de producción de 1400 LPS. Armenia - Quindío.
- [6]. Martínez Pineda, G. K. & Betancourth Rincón, L. S. (2003). Evaluación de la planta de potabilización de agua. Empresas Públicas de Armenia - Quindío. Tesis de ingeniería química. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [7]. Hidrosan LTDA. (2010). Consultoría de estudios y diseños para optimización y rehabilitación de los componentes del sistema de producción de agua potable del acueducto de Armenia. Armenia – Quindío.
- [8]. Ohaus Corporation, BALANZAS PIONEER MANUAL DE INSTRUCCIONES, Folleto, China, 2013.
- [9]. Hach Company, MOLINETE FH950 MANUAL DE USUARIO, Folleto, Estados Unidos, 2012.
- [10]. Marsh McBirney, UNIDAD DE CONTROL PORTÁTIL FLO-LOGGER MANUAL DEL USUARIO, Folleto, China, Segunda Edición, Noviembre de 2013.

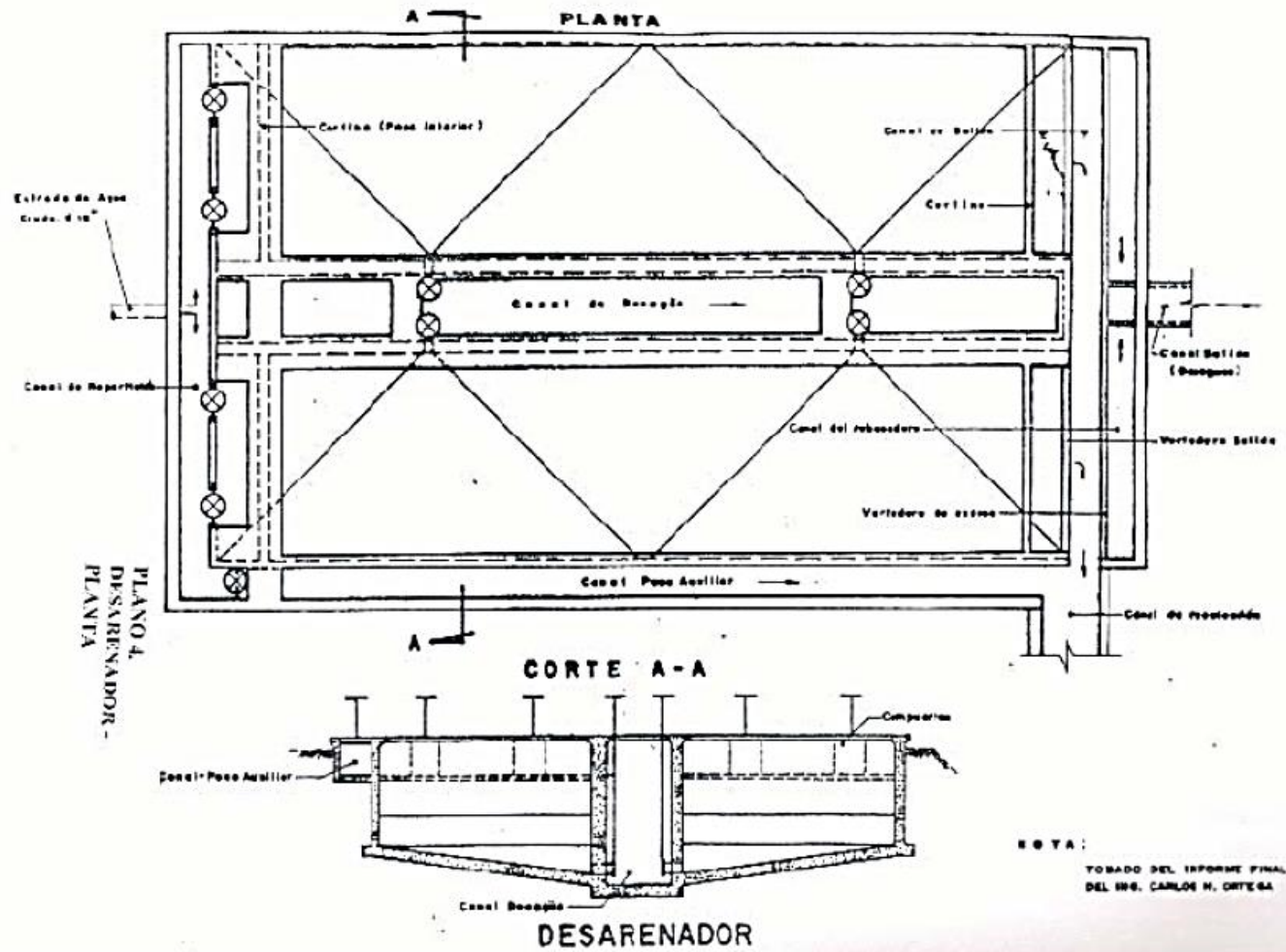
- [11]. Marsh McBirney, UNIDAD DE CONTROL PORTÁTIL FLO-LOGGER MANUAL DEL USUARIO, Folleto, China, Segunda Edición, Noviembre de 2013.
- [12]. Brand, TITRETTE CLASS A PRECISION MANUAL DEL USUARIO, Folleto, Alemania, 2013.
- [13]. Hach, ESPECTOFOTÓMETRO DR 2800 MANUAL DEL USUARIO, Folleto, Alemania, Primera edición, Septiembre de 2005.
- [14]. Hach, TURBIDÍMETRO 2100N MANUAL DEL USUARIO, Folleto, Estados Unidos, Quinta edición, Agosto de 2014.
- [15]. Hach, TURBIDÍMETRO 2100Q MANUAL DEL USUARIO, Folleto, Estados Unidos, Abril de 2013.
- [16]. Brand, DISPENSETTE FIRST CLASS, Folleto, Alemania, 2014.
- [17]. Hach, SENSION PH3, Folleto, Estados Unidos, Cuarta edición, Diciembre de 2015.
- [18]. Siemens, MOTORES TRIFÁSICOS, Folleto, Alemania, 2010.
- [19]. Winsmith, WINSMITH PLANETARY SPEED REDUCERS, Folleto, Estados Unidos, Septiembre de 2014.
- [20]. Netzsch, NEMO PROGRESSING CAVITY PUMPS, Folleto, Alemania, 2014.
- [21]. Barnes, BOMBAS DE ALTA PRESIÓN, Folleto, Colombia, 2015.
- [22]. Hach, CONTROLADOR SC200 MANUAL DEL USUARIO, Folleto, Estados Unidos, Séptima edición, Enero de 2014.
- [23]. Bray, ACTUADOR ELÉCTRICO SERIE 70 SEGUNDA GENERACIÓN – MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO, Folleto, Estados Unidos, 2012.
- [24]. Pedrollo, PKM 60, Folleto, Alemania, 2014.
- [25]. Perkins, GPP-165 DIESEL GENERATOR, Folleto, Alemania, 2015.
- [26]. Weg, MANUAL GENERAL DE INSTALACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS PARA ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS, Folleto, Colombia, 2014.

9. ANEXOS

Anexo 1.

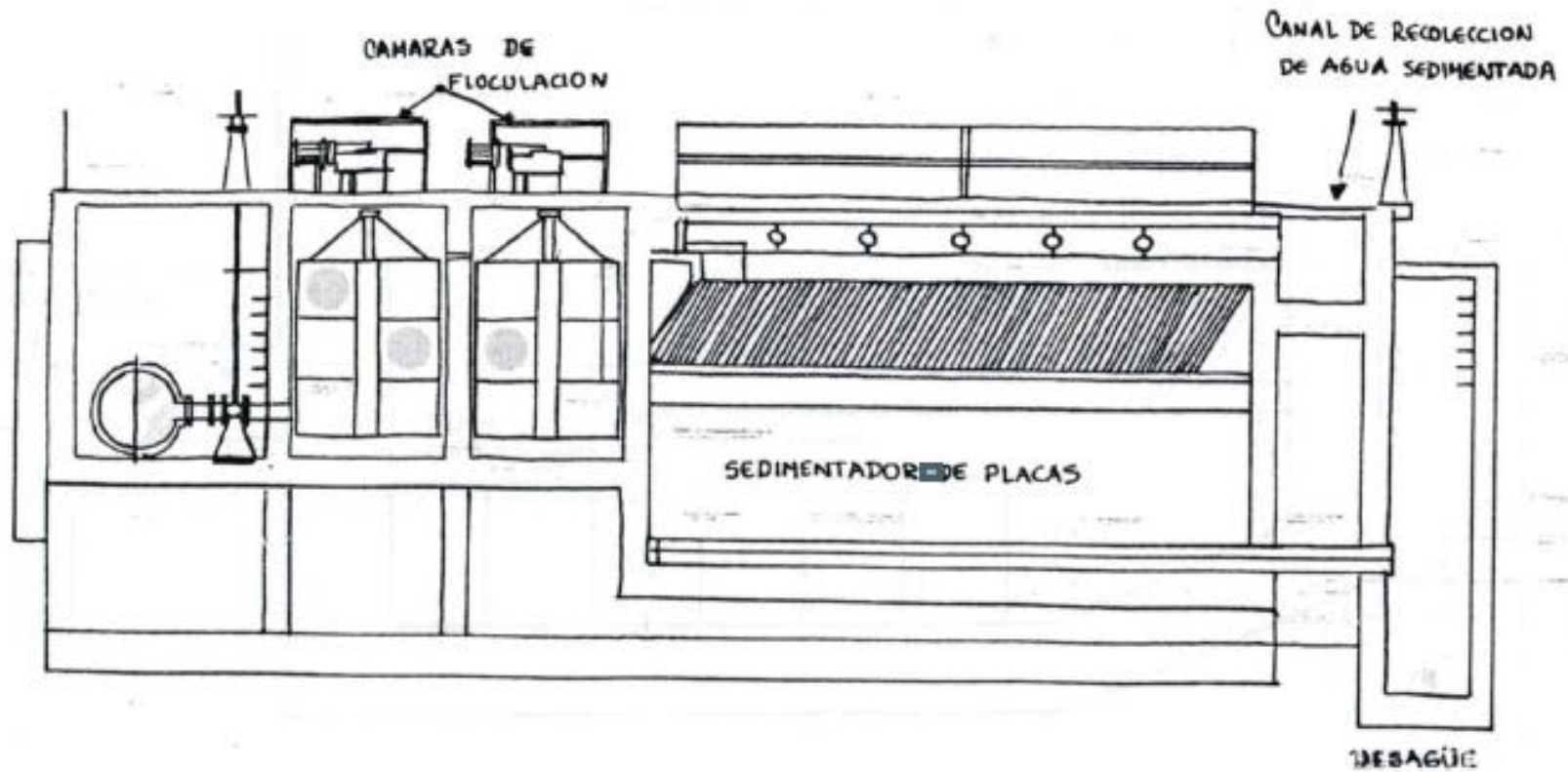


Anexo 2.

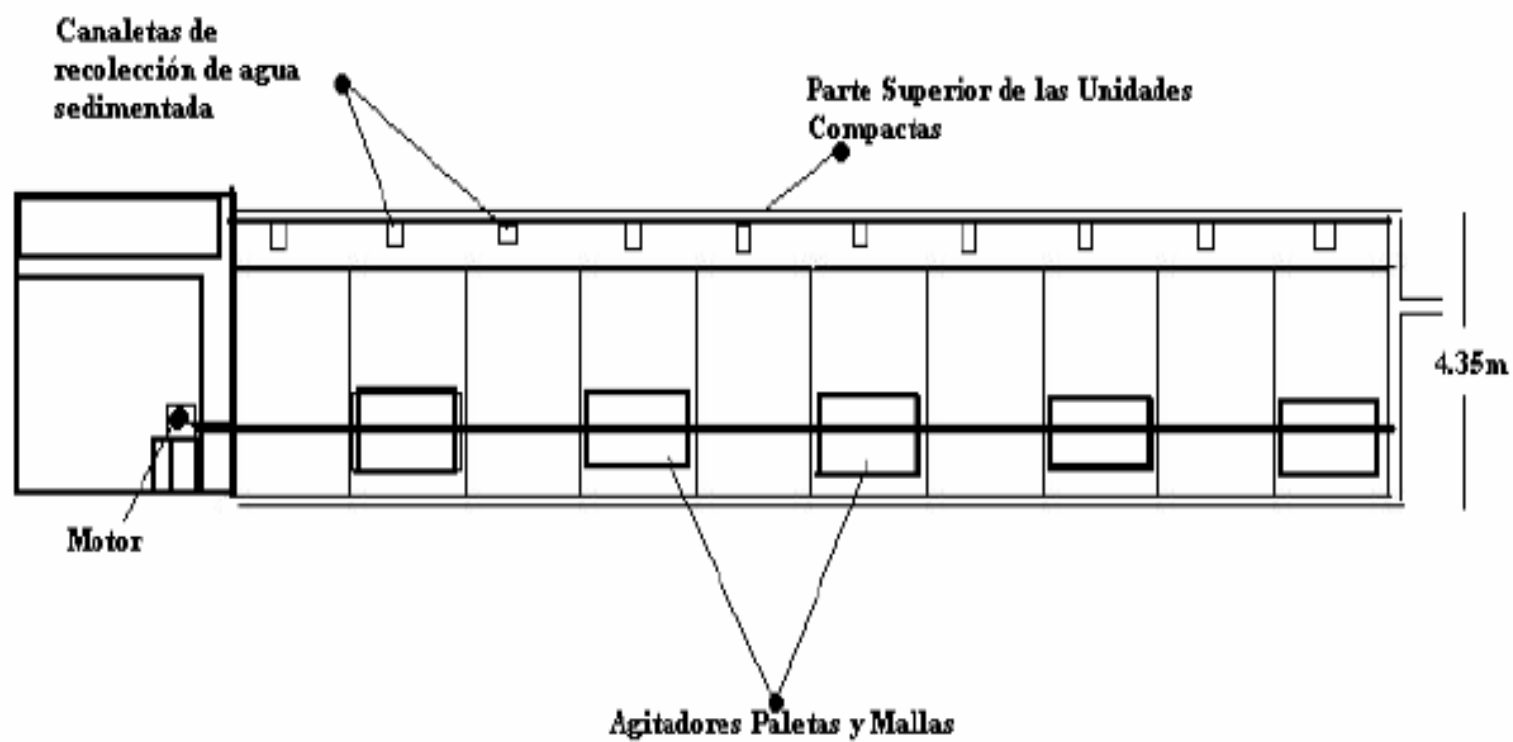


[illegible]

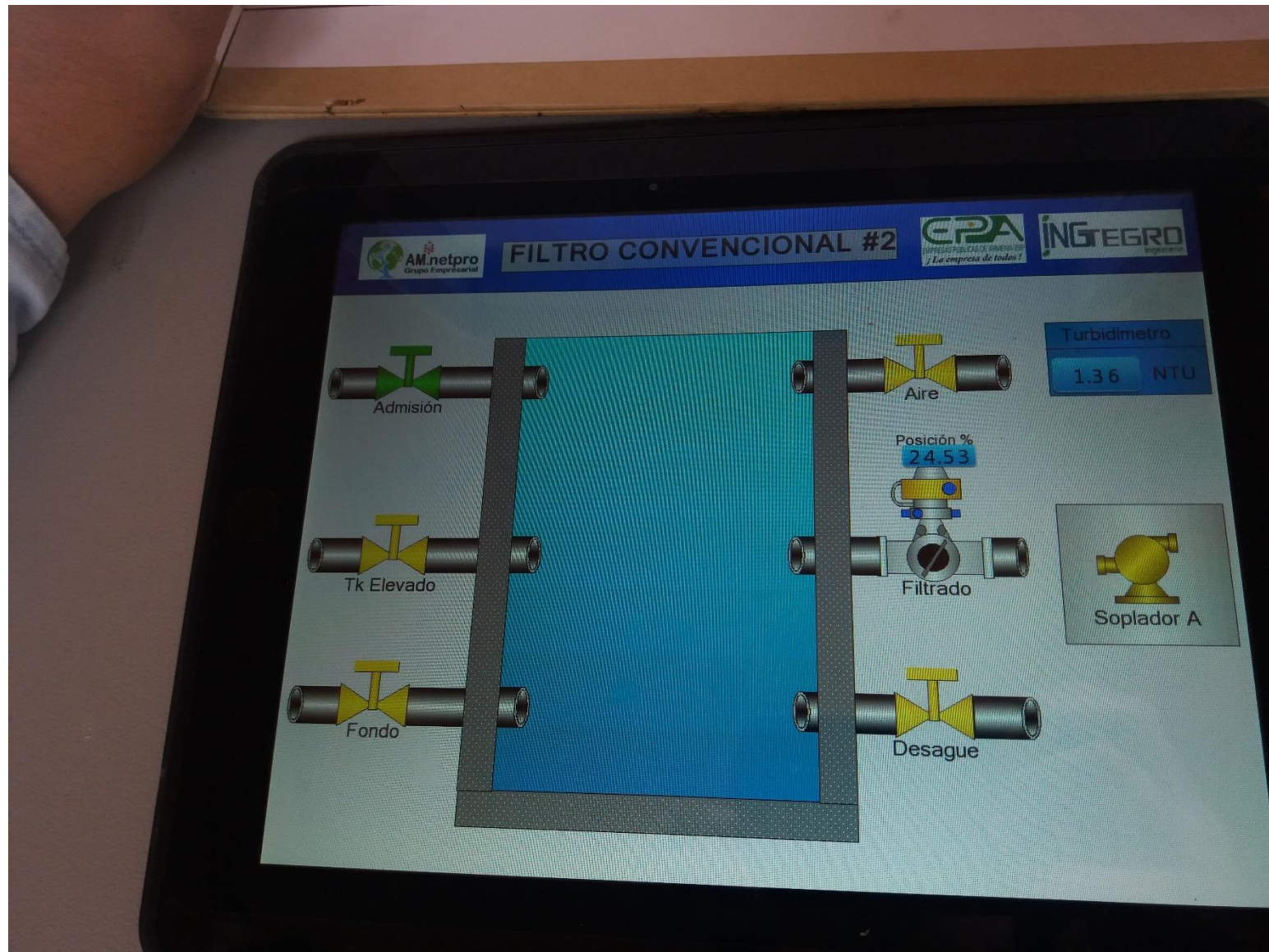
Anexo 4.



Anexo 5.



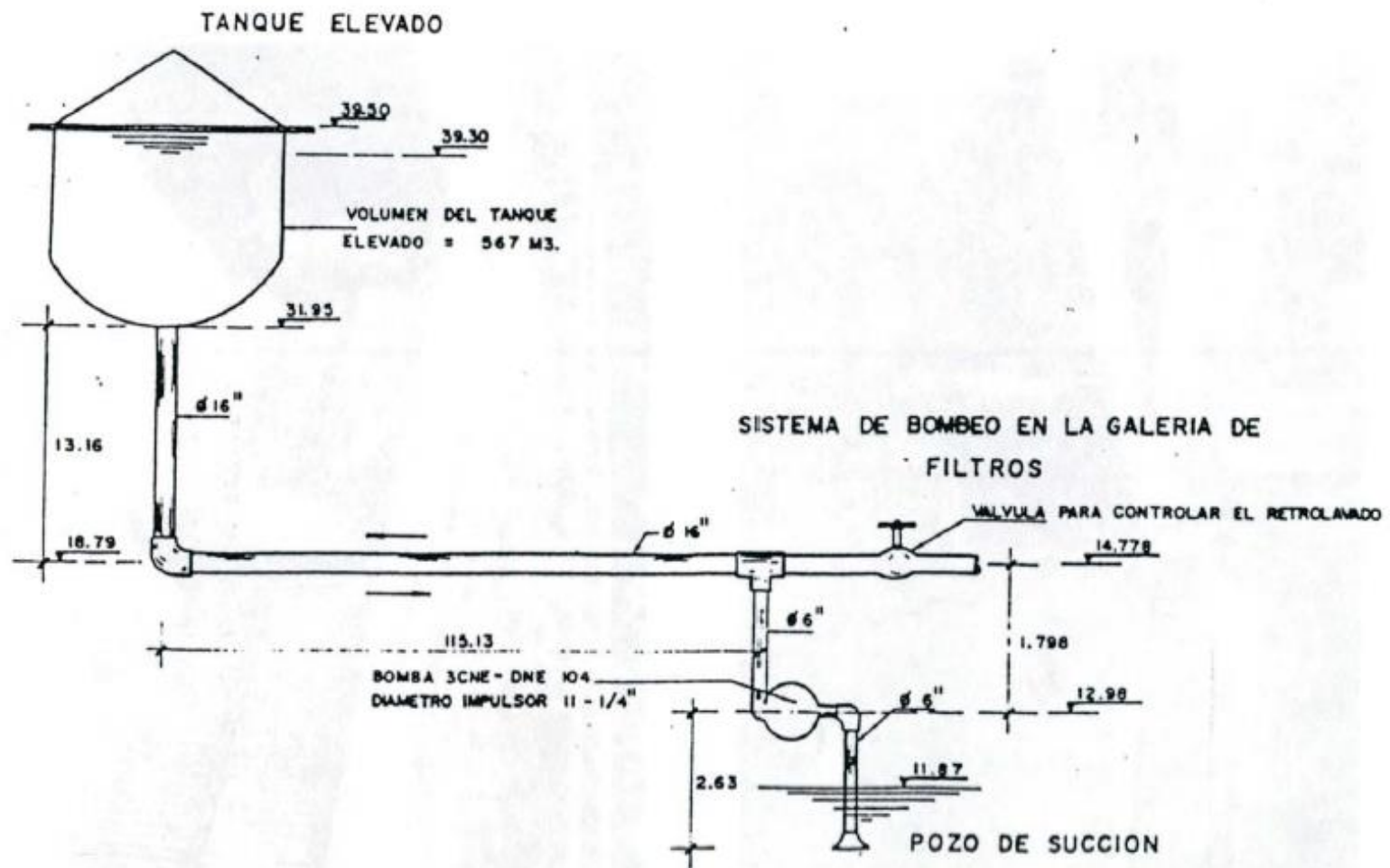
Anexo 6.





Anexo 7.








Anexo 8.



Anexo 9.

		Hoja de Vida Equipo Planta de Tratamiento y Bocatoma										Documento Controlado	
												Código: GCT-R-028	
												Versión: 01	
												Fecha de Emisión: 2014-12-19	
												Pagina: 1 / 2	
1. Descripción													
Nombre:		AGITADOR MAGNETICO											
2. Fechas de Actualización de Datos													
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD		
No. Identificación (código interno):			No. Inventario			Marca			Modelo			Serie	
810,16,01			4609			HCIDOL PH			MR. 3001 K			129618569	
Ubicación		Bocatoma				Planta de Tratamiento					X		
3. Observaciones													
4. Características													
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	Uso		Condiciones de Operación								
			Parámetro	Rango de Uso									
rpm	N/A	0 - 110 rpm	CLORO RESIDUAL	rpm	Rango Temperatura (°C)	5 -40 °C							
					Rango Voltaje	230 / 120 / 100 V							
					% Desviación	A							
						NA							
Calibración													
Punto de Calibración (Valor nominal)	Norma de referencia de calibración	Pruebas de Calibración											
		Nombre	Criterios de aceptación										
N/A	N/A	N/A	N/A										
Verificación													
Patrón de Verificación (Valor nominal)	Criterios de Aceptación		Código de procedimiento y/o instructivo de Verificación interna	Ubicación de datos de Verificación									
	(Datos suministrados por la Norma de ensayo, por la Norma de Calibración, por fabricante)												
N/A	N/A		N/A	N/A									

		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Pagina: 1 / 2	
Nombre:		AGITADOR MAGNÉTICO		Ruta información: 810.12.01	
					
Marca:		Heidolph		Potencia Nominal: 625 W	
Modelo:		MR 3001 K		Consumo Potencia: 600 W	
Serie:		109724611		Voltaje: 115 V	
No. Inventario:		4366		Corriente Nominal: NA	
Ubicación:		Planta de tratamiento		Frecuencia: 60 Hz	
Calibración certificada:		NA		Capacidad: 100-1250 rpm (5 a 40°C)	
Composición del equipo					
Subsistema	Partes			Referencia	
Sistema de Potencia	Motor compacto autorefrigerado			NA	
Sistema de Control	Control electrónico de velocidad y temperatura			NA	
	Termómetro de contacto			EKT - 3001	
	Plato calefactor de silumin			NA	
Accesorios Generales	Recipientes revestidos de PTFE			NA	
	Varilla soporte			20985509810	
	Imanes			NA	
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia		Prueba	Criterio
NA		NA		NA	NA
Unidad de Medida		Resolución		Parámetro	Rango Uso
NA		NA		NA	NA
Contacto Proveedores y Consulta:	- Kasalab [Carrera 84 43-31, Medellín. (+57)(4) 5818611, infor@kasalab.com].				
	- Apto para funcionamiento continuo.				
	- Regulación de la temperatura por elemento capilar.				
	- Regulación electrónica de velocidad.				

		Hoja de Vida Equipo Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 01	
				Fecha de Emisión: 2014-12-19	
				Pagina: 1 / 2	



1. Descripción											
Nombre:			BALANZA DIGITAL								
2. Fechas de Actualización de Datos											
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD
No. Identificación (código interno):			No. Inventario		Marca		Modelo		Serie		
810,16,02					OAHUS		PA3102		8329101343		
Ubicación			Bocatoma		Planta de Tratamiento				X		


3. Observaciones											

4. Características						
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	Uso		Condiciones de Operación	
			Parámetro	Rango de Uso	Rango Temperatura (°C)	
g	0,0001	0,2 g - 3100 g	Físicos, químicos y organolépticos	0,2 g - 1000 g	10°C A 30°C	
					Rango Voltaje	8 -14.5 VCA
					% Desviación	A
						NA

Calibración			
Punto de Calibración (Valor nominal)	Norma de referencia de calibración	Pruebas de Calibración	
		Nombre	Criterios de aceptación
1000g	GUIA SIM MWG7/cg-01/v,00:2009.	Excentricidad de carga	0,0001 Div/es - 0,0001 D/e - 0,2 mg D/L - Tem 22,9 °C
0.2g , 500g , 300g	GUIA SIM MWG7/cg-01/v,00:2009.	Repetibilidad	0,0001 Div/es - 0,0001 D/e - 0,2 mg D/L - Tem 22,9 °C
0,2 , 300g , 600g, 900g , 1200g , 1500g , 1800g , 2100g, 2400g , 2700g, 3100g	GUIA SIM MWG7/cg-01/v,00:2009.	Error de Indicación	0,0001 Div/es - 0,0001 D/e - 0,2 mg D/L - Tem 22,9 °C

Verificación			
Patrón de Verificación (Valor nominal)	Criterios de Aceptación (Datos suministrados por la Norma de ensayo, por la Norma de Calibración, por fabricante)	Código de procedimiento y/o instructivo de Verificación interna	Ubicación de datos de Verificación

		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
Pagina: 1 / 2					
Nombre:	BALANZA DE PRECISIÓN			Ruta información:	810.12.02
					
Marca:	Pioneer	Potencia Nominal:	4 W		
Modelo:	Ohaus PA3102	Consumo Potencia:	4 VA		
Serie:	8329101343	Voltaje:	8/14,5 V		
No. Inventario:	5868	Corriente Nominal:	NA		
Ubicación:	Planta de tratamiento	Frecuencia:	50/60 Hz		
Calibración certificada:	Sí	Capacidad:	3100 g (10 a 30°C)		
Composición del equipo					
Subsistema	Partes		Referencia		
Sistema de Potencia					
Sistema de Control	Pantalla auxiliar		PAD7		
Accesorios Generales	Dispositivo de seguridad		76288-01		
	Impresora (térmica-matriz de puntos)		NA		
	Cable		NA		
	Software recopilación de datos		SW12W		
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia	Prueba	Criterio	
1000g		GUIA SIM MWG7/cg-01/v,00:2009.	Excentricidad carga	0,0001 Div/es - 0,0001 D/e - 0,2 mg D/L - Tem 22,9 °c	
0.2g , 500g , 300g			Repetibilidad		
0,2 , 300g , 600g, 900g , 1200g , 1500g , 1800g , 2100g, 2400g , 2700g, 3100g			Error de Indicación		
Unidad de Medida		Resolución	Parámetro	Rango Uso	
g		0,0001	Físico, químico y organolépticos	NA	
Contacto Proveedores y Consulta:	- Kasalab [Carrera 84 43-31, Medellín. (+57)(4) 5818611, infor@kasalab.com].				
	- Humedad relativa permisible: 15% a 80%.				
	Altitud máxima permisible: 2000m.s.n.m.				
	Temperatura ambiente permisible: 5°C a 40°C.				
- www.ohaus.com					

		Hoja de Vida Equipo Planta de Tratamiento y Bocatoma										Documento Controlado	
												Código: GCT-R-028	
												Versión: 01	
												Fecha de Emisión: 2014-12-19	
												Pagina: 1 / 2	

1. Descripción														
Nombre:		BURETA 2												
2. Fechas de Actualización de Datos														
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD
No. Identificación (código interno):			No. Inventario			Marca			Modelo		Serie			
810,16,06			9413			BRAND			GRADUADA		06L47548			
Ubicación		Bocatoma				Planta de Tratamiento					x			

3. Observaciones													

4. Características													
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	Uso		Condiciones de Operación								
			Parámetro	Rango de Uso									
ml	0.01 ml	25	DUREZA	0,1 ml - 5 ml	Rango Temperatura (°C)	15°C a 40 °C							
					Rango Voltaje	2 microbaterías 1,5 (AAA/um4/Ir03)							
					% Desviación	A							
						NA							


Calibración			
Punto de Calibración (Valor nominal)	Norma de referencia de calibración	Pruebas de Calibración	
		Nombre	Criterios de aceptación
1	iso 8655-3: 2002	metodo gravimetrico	(*/-) 50 ul
2	iso 8655-3: 2002	metodo gravimetrico	(*/-) 50 ul
5	iso 8655-3: 2002	metodo gravimetrico	(*/-) 50 ul
10	iso 8655-3: 2002	metodo gravimetrico	(*/-) 50 ul
24	iso 8655-3: 2002	metodo gravimetrico	(*/-) 50 ul



Verificación			
Patrón de Verificación (Valor nominal)	Criterios de Aceptación (Datos suministrados por la Norma de ensayo, por la Norma de Calibración, por fabricante)	Código de procedimiento y/o instructivo de Verificación interna	Ubicación de datos de Verificación
termometro digital	de acuerdo al error maximo y minimo permitido según norma ISO 8655-3 ; +/- 50 ul	manual Brand	
balanza analitica			



		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Pagina: 1 / 2	
Nombre:	BURETA DIGITAL - DUREZA (CONTINGENCIA)			Ruta información:	810.12.03
					
Marca:	Brand			Potencia Nominal:	NA
Modelo:	Titrette class A precision			Consumo Potencia:	NA
Serie:	NA			Voltaje:	NA
No. Inventario:	9412			Corriente Nominal:	NA
Ubicación:	Planta de tratamiento			Frecuencia:	NA
Calibración certificada:	Sí			Capacidad:	25 mL (15 a 40°C)
Composición del equipo					
Subsistema	Partes			Referencia	
Sistema de Potencia	2 Pilas AAA			NA	
Sistema de Control	Pantalla digital			NA	
	Teclas de opciones			NA	
	Cánula de valoración			7075 29	
Accesorios Generales	Válvula de aspiración			6636	
	Émbolo			7075 30	
	Cilindro dosificador con bloque de válvula			7075 35	
	Tubos de aspiración telescópicos			7042 04 - 7042 05	
	Visor de inspección			6783	
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia	Prueba	Criterio	
2,5		iso 8655-3: 2002	Método Gravimétrico	(*/-) 50 ul	
12,5					
25					
Unidad de Medida		Resolución	Parámetro	Rango Uso	
mL		0,01	Alcalinidad	0,1 a 5 mL	
Contacto Proveedores y Consulta:	- Kasalab [Carrera 84 43-31, Medellín. (+57)(4) 5818611, infor@kasalab.com].				
	- www.brand.de				
	- Temperatura permisible: 15°C a 40°C.				
	Presión de vapor permisible: hasta 500 mbar.				
	Viscosidad permisible: 500 mm ² /s.				
	Altitud máxima permisible: 3000 m.s.n.m. Humedad relativa permisible: 20% a 90%.				



										Documento Controlado	
		Hoja de Vida Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma								Código: GCT-R-029	
										Versión: 01	
										Fecha de Emisión: 2014-12-19	
										Pagina: 1 / 2	
1. Descripción											
Nombre:		SOPLADOR 1									
2. Fechas de Actualización de Datos											
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD
No. Identificación (código interno):		No. Inventario		Marca		Modelo		Serie			
810.17.02				TUTHILL		6015- 21L3J		127-02-11			
Ubicación		Bocatoma		Planta de Tratamiento						X	
3. Observaciones											
4. Características											
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	USO		Condiciones de Operación						
			Parámetro	Rango de Uso							
V		220-440- V - 60 HZ	LAVADO DE FILTROS AUTOLAVADO		Rango Temperatura (°C)						
					Rango Voltaje	220-440 V-60 HZ					





		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Pagina: 1 / 2	
Nombre:		SOPLADOR A		Ruta información: 810.13.14	
					
Marca:		Siemens / Tuthill		Potencia Nominal: 50 HP	
Modelo:		BG 200L / 6015-21L3J		Consumo Potencia: NA	
Serie:		1LA4 207-4YA80 / 169-03-05		Voltaje: 220/440 V	
No. Inventario:		NA		Corriente Nominal: 126/63 A	
Ubicación:		Planta de tratamiento		Frecuencia: 60 Hz	
Calibración certificada:		NA		Capacidad: 1760 rpm	
Composición del equipo					
Subsistema		Partes		Referencia	
Sistema de Potencia	Compresor Tuthill Pneumatics Group		6015-21L3J		
	Silenciador Universal		CCS-8 (S/N: R2242A-1-03)		
	3 Correas de Distribución		Bando B-74		
Sistema de Control	Sensor medidor de Revoluciones Allen Bradley		845H-SJDC12FWY2C		
Accesorios Generales	Reguladora de Presión		6 150 WCB A0301		
	Válvula de alivio Kunkle		337-K01AKE (2081 SCFM)		
	Tablero de control y Variador Allen Bradley		PowerFlex 700		
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia		Prueba	
NA		NA		NA	
Unidad de Medida		Resolución		Parámetro	
NA		NA		NA	
Contacto Proveedores y Consulta:		- Electroase, Cra. 24 No. 7 - 65 Bogotá - Colombia.			
		Teléfono: 360 28 81 - 247 47 20, Email: ventas@compresoreselectroase.com			
		- http://www.rockwellautomation.com/es_CO/products-technologies/overview.page?			

											Documento Controlado		
	Hoja de Vida Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma										Código: GCT-R-029		
											Versión: 01		
											Fecha de Emisión: 2014-12-19		
											Pagina: 1 / 2		
1. Descripción													
Nombre:		DOSIFICADOR 1											
2. Fechas de Actualización de Datos													
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM			DD
No. Identificación (código interno):		No. Inventario		Marca			Modelo		Serie				
810.17.04				SIEMENS			V-2000						
Ubicación		Bocatoma		Planta de Tratamiento			X						
3. Observaciones													
4. Características													
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	USO		Condiciones de Operación								
			Parámetro	Rango de Uso									
Lb/día	0- 1000 lbs/ día				Rango Temperatura (°C)								
					Rango Voltaje								

		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Pagina: 1 / 2	
Nombre:		DOSIFICADOR DE CLORO I		Ruta información: 810.13.09	
					
Marca:		Siemens		Potencia Nominal: NA	
Modelo:		Wallace & Tiernan V2000		Consumo Potencia: NA	
Serie:		V2030W / BT10056		Voltaje: NA	
No. Inventario:		NA		Corriente Nominal: NA	
Ubicación:		Planta de Tratamiento		Frecuencia: 60 Hz	
Calibración certificada:		NA		Capacidad: 1000 Lbs	
Composición del equipo					
Subsistema	Partes			Referencia	
Sistema de Potencia	Motor dosificador (Rotámetro)			NA	
Sistema de Control	Pantalla Controlador			NA	
	Manómetro de vacío y presión de cloro			NA	
	Válvula reguladora			NA	
Accesorios Generales	Válvula de vacío			NA	
	Diafragma			NA	
	Colectores de cloro (tubería de acero al carbón de 3/4")			NA	
	Eyectores (tubería de 3")			NA	
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia		Prueba	
NA		NA		NA	
Unidad de Medida		Resolución		Parámetro	
NA		NA		NA	
Contacto Proveedores y Consulta:		- Aguamarket, Cl 138 47-87 Int 1, Bogotá Colombia (57) (1) 6256152, http://www.aguamarket.com/sql/staff.asp			

												Documento Controlado	
		Hoja de Vida Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma										Código: GCT-R-029	
												Versión: 01	
												Fecha de Emisión: 2014-12-19	
												Pagina: 1 / 2	
1. Descripción													
Nombre:		MOTOBOMBA 1											
2. Fechas de Actualización de Datos													
AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD	AA	MM	DD		
No. Identificación (código interno):		No. Inventario		Marca			Modelo			Serie			
810.17.07				NETZSCH			NMO11BY02S12B						
Ubicación		Bocatoma				Planta de Tratamiento					X		
3. Observaciones													
4. Características													
Unidad de medida	Resolución	Rango de Operación	USO		Condiciones de Operación								
			Parámetro	Rango de Uso									
			DOSIFICACION COAGULANTE		Rango Temperatura (°C)								
					Rango Voltaje	220-440 V							

		Hoja de Vida de Equipos y Maquinaria Planta de Tratamiento y Bocatoma		Documento Controlado	
				Código: GCT-R-028	
				Versión: 02	
				Fecha de Emisión: 16-12-15	
				Pagina: 1 / 2	
Nombre:		MOTOBOMBA DOSIFICADORA DE COAGULANTES I		Ruta información: 810.13.11	
					
Marca:		Weg - Netzsch		Potencia Nominal: 0,75 HP	
Modelo:		NBR7094 - NM011BY02S12B		Consumo Potencia: NA	
Serie:		GD32509 - B42993		Voltaje: 220/380/440 V	
No. Inventario:		NA		Corriente Nominal: 3,39/1,96/1,7 A	
Ubicación:		Planta de tratamiento		Frecuencia: 60 Hz	
Calibración certificada:		NA		Capacidad: 830 rpm	
Composición del equipo					
Subsistema	Partes			Referencia	
Sistema de Potencia	Motor Weg de 0,75 HP			NBR7094	
Sistema de Control	Distribuidor NEMO			NM011/12	
Accesorios Generales	Tubo Tornillo sin Fin			NM011-02S SBE	
Punto de Calibración (Valor nominal)		Norma de referencia		Prueba	Criterio
NA		NA		NA	NA
Unidad de Medida		Resolución		Parámetro	Rango Uso
NA		NA		NA	NA
Contacto Proveedores y Consulta:	- Dueñas Orozco. Dirección: Calle 56A # 73A - 41, Bogotá - Colombia				
	Teléfono: +57 (1) 295 1093 - 429 9704, Email: info@duenasorozco.com				
	[Representante exclusivo para Colombia de los productos NETZSCH]				
	- https://www.netzsch.com/es/				